

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Ketiga (KSCP)  
Sidang Akademik 2003/2004

April 2004

**EAS 454/4 – Kejuruteraan Struktur Lanjutan**

Masa : 3 jam

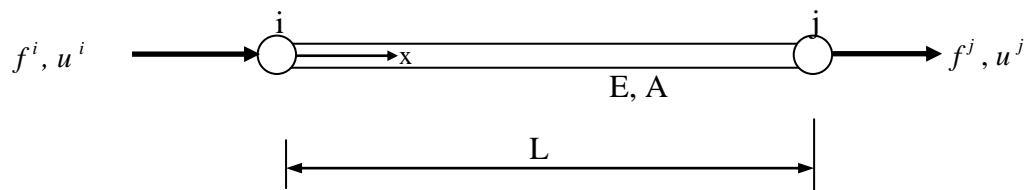
**Arahan Kepada calon:**

1. Sila pastikan kertas peperiksaan ini mengandungi **TUJUH (7)** muka surat bercetak termasuk lampiran sebelum anda memulakan peperiksaan ini.
2. Kertas ini mengandungi **ENAM (6)** soalan. Jawab **LIMA (5)** soalan sahaja. Markah hanya akan dikira bagi **LIMA (5)** jawapan **PERTAMA** yang dimasukkan di dalam buku mengikut susunan dan bukannya **LIMA (5)** jawapan terbaik.
3. Tiap-tiap soalan mempunyai markah yang sama.
4. Tiap-tiap jawapan **MESTILAH** dimulakan pada muka surat yang baru.
5. Semua soalan **MESTILAH** dijawab dalam Bahasa Malaysia.
6. Tuliskan nombor soalan yang dijawab di luar kulit buku jawapan anda.

1. (a) Nyatakan tiga hubungan asas dalam mekanik struktur. Dengan menggunakan tiga hubungan asas yang dinyatakan di atas, tunjukkan bahawa persamaan kekakuan elemen untuk kes satu elemen yang terbeban paksi seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1 adalah seperti berikut:

$$\begin{Bmatrix} f^i \\ f^j \end{Bmatrix} = \frac{EA}{L} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u^i \\ u^j \end{Bmatrix}$$

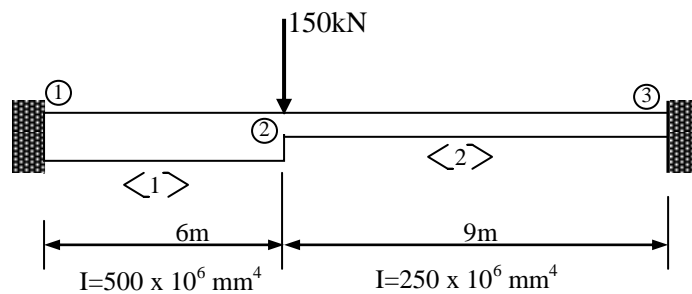
di mana  $f^i, f^j$  : daya nod pada nod i dan nod j,  $E$  : modulus keanjalan bahan elemen,  $A$  : luas keratan rentas elemen,  $L$  : panjang asal elemen dan  $u^i, u^j$  : anjakan nod pada nod i dan nod j.



**Rajah 1**

(8 markah)

- (b) Rajah 2 menunjukkan satu rasuk dengan momen sifatekun yang berbeza untuk elemen 1 dan 2. Dapatkan matriks kekakuan struktur  $K_B$ . Kemudian, kira tindakbalas pada kedua-dua penyokong dengan menggunakan kaedah matriks kekakuan.

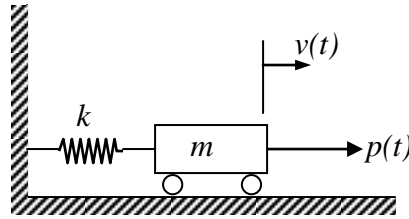


$$E_{\text{beam}} = 200 \text{ GPa}$$

**Rajah 2**

(12 markah)

2. (a) Terbitkan persamaan gerakan untuk model jisim pegas darjah kebebasan tunggal seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3, di mana  $k$  : kekukuhan pegas,  $m$  : jisim model,  $v(t)$  : anjakan jisim pada masa  $t$  dan  $p(t)$  : daya luar pada masa  $t$ .

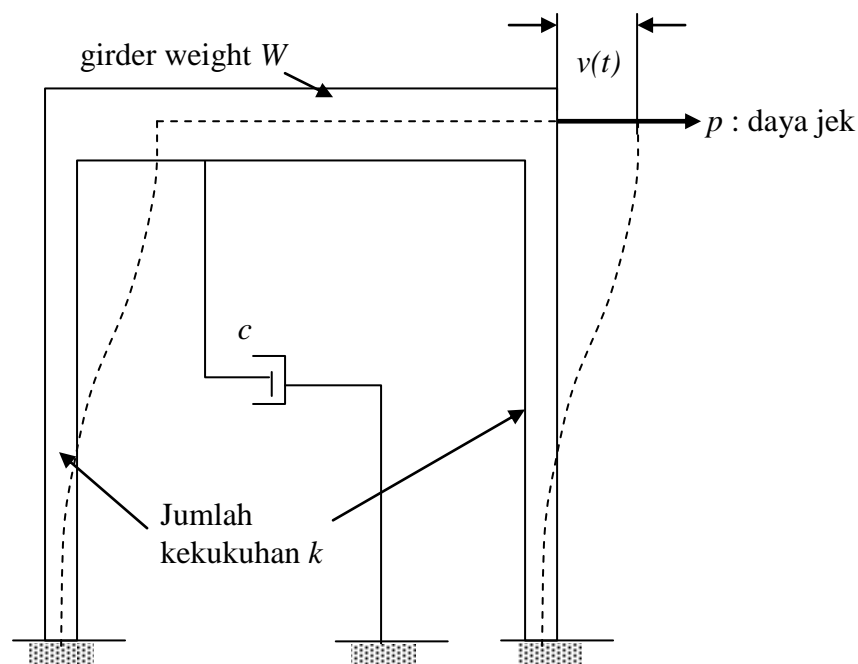


Rajah 3

(8 markah)

- (b) Rajah 4 menunjukkan idealisasi satu kerangka untuk bangunan satu-tingkat yang boleh dimodel sebagai satu sistem darjah kebebasan tunggal. Satu ujian getaran bebas telah dilakukan ke atas kerangka berkenaan. Satu anjakan sisi awal sebanyak 6 mm telah dipaksa ke atas galang kerangka dengan menggunakan jek hidraulik. Diperhatikan bahawa daya jek yang diperlukan adalah 100kN. Apabila galang dilepaskan dari kedudukan awal secara tiba-tiba, diperhatikan bahawa masa yang dicatat untuk kerangka buai kembali adalah 1.2 s. Anjakan maksima semasa buaian kembali hanyalah 4 mm. Dengan menggunakan data ini, kira:

- Berat berkesan  $W$  galang.
- Frekuensi getaran  $f$  dalam Hertz.
- Nisbah redaman  $\zeta$ .
- Amplitud getaran system selepas 5 kitaran.



Rajah 4

3. (a) Nyatakan **SATU (1)** perbezaan di antara tegasan satah dan terikan satah dalam analisis elemen terhingga untuk matriks  $\{D\}$ .  
(3 markah)
- (b) Dua keping papak seperti dalam Rajah 5(a) dan 5(b), perlu dianalisa sebagai suatu kes tegasan satah. Jejaring yang digunakan ialah 9 unsur untuk Rajah 5(a) dan 8 unsur untuk Rajah 5(b). Setiap nod telah dilabelkan. Kira lebar matriks,  $B (R + 1)$  NDOF. Anggap setiap nod mempunyai 2 darjah kebebasan.  
(4 markah)
- (c) Susun semula pelabellann nod supaya nilai minima  $R$  boleh diperolehi.  
(6 markah)

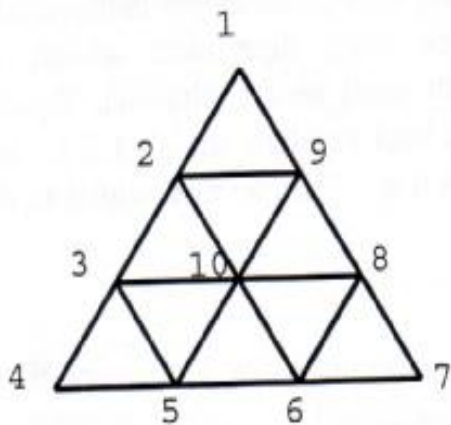


Figure 5(a)

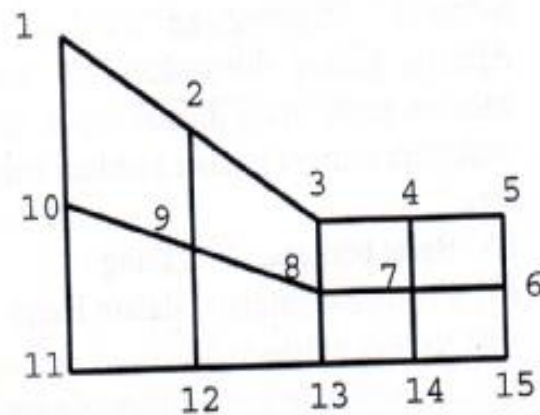
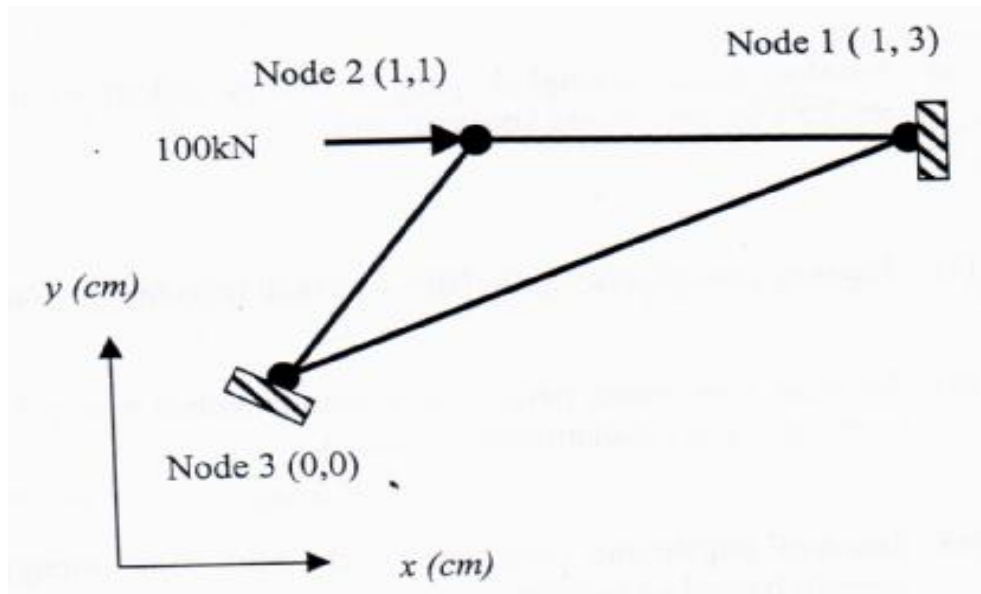


Figure 5(b)

3. (d) Terdapat tujuh langkah dalam proses penerbitan matriks elemen  $[K]^e$  untuk satu elemen segitiga yang mengalami tegasan satah seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 6. Tunjukkan dengan jelas Langkah 1 hingga 5 dalam terma umum (tidak perlu disongsangkan matriks  $[A]$ ). Diberi daya kenaan dalam arah x sebanyak 100kN,  $E = 200 \text{ GN/m}^2$ ,  $\nu = 0.3$  dan  $t = 2 \text{ cm}$ .

(7 markah)



Rajah 6

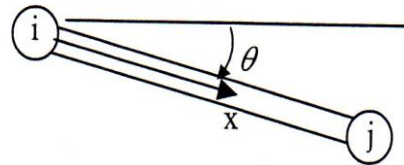
4. Sebuah kolam rawatan kumbahan yang merawat sisa industri dan sebuah kilang baja yang dibina 10 tahun yang lalu telah dilaporkan mengalami kemerosotan. Konkrit pada struktur berkenaan telah menunjukkan tanda-tanda penguraian dan pengurangan kekuatan di samping tanda-tanda pengembangan dan retakan. Hasil ujian makmal kepada sampel konkrit dan struktur berkenaan menunjukkan terdapatnya sebatian magnesium silikat terhidrat (hydrated magnesium silicate).
- Dengan memberikan justifikasi-justifikasi yang sesuai, jelaskan apakah kemungkinan masalah kemerosotan yang telah berlaku kepada struktur konkrit yang berkenaan.  
(5 markah)
  - Jelaskan secara terperinci bagaimana proses kemerosotan ini berlaku.  
(10 markah)
  - Jelaskan langkah-langkah yang boleh diambil untuk mengurangkan risiko masalah kemerosotan ini berlaku kepada struktur seumpamanya yang akan dibina pada masa akan datang.  
(5 markah)

5. (a) Pier-pier bagi sebuah jeti di kawasan pelabuhan di Pulau Pinang telah dilaporkan mengalami masalah pengaratatan tetulang yang disebabkan oleh serangan klorida dan perlu dibaikpulih. Daripada penyiasatan yang telah dijalankan, konkrit yang merosot perlu dibuang dengan kaedah yang sesuai sehingga melepasi kedalaman tetulang. Jelaskan **LIMA (5)** sifat utama yang perlu ada pada bahan baikpulih yang akan digunakan di dalam kerja pembaikan, untuk memastikan kerja pembaikan yang berkesan dan tahanlasak.  
(10 markah)
- (b) Jelaskan langkah-langkah yang selalunya diikuti di dalam proses pembaikan struktur konkrit secara konvensional.  
(10 markah)
6. (a) Jelaskan apakah yang anda faham tentang terminologi ketahananlasakan konkrit.  
(2 markah)
- (b) Jelaskan bagaimana penggunaan bahan tambah mineral secara umumnya boleh meningkatkan ketahananlasakan konkrit.  
(6 markah)
- (c) Jelaskan bagaimana penggunaan 'fly ash' dapat mengurangkan keperluan air sesuatu binaan konkrit.  
(2 markah)
- (d) Pengaratatan tetulang adalah punca utama kepada kemerosotan struktur konkrit di banyak negara di dunia. Masalah ini selalunya berpunca daripada serangan klorida ataupun pengkarbonatan atau kombinasi kedua-duanya. Dengan menyarankan **lima** kaedah ujian yang sesuai, jelaskan bagaimana punca dan tahap masalah pengaratatan tetulang boleh dikenal pasti.  
(10 markah)

**LAMPIRAN**

- a. Matriks kekakuan untuk satu elemen bar dalam masalah 2D:

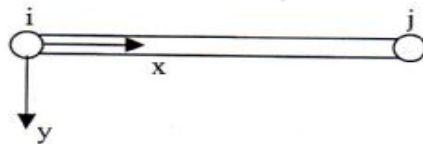
$$k = \frac{EA}{L} \begin{bmatrix} c^2 & cs & -c^2 & -cs \\ cs & s^2 & -cs & -s^2 \\ -c^2 & -cs & c^2 & cs \\ -cs & -s^2 & cs & s^2 \end{bmatrix}$$



di mana  $E$ : modulus keanjalan,  $A$  : luas keratan elemen,  $L$  panjang elemen ,  $c = \cos \theta$  dan  $s = \sin \theta$

- b. Matriks kekakuan untuk satu elemen rasuk

$$k = EI_z \begin{bmatrix} \frac{12}{L^3} & \frac{6}{L^2} & -\frac{12}{L^3} & \frac{6}{L^2} \\ \frac{6}{L^2} & \frac{4}{L} & -\frac{6}{L^2} & \frac{2}{L} \\ -\frac{12}{L^3} & -\frac{6}{L^2} & \frac{12}{L^3} & -\frac{6}{L^2} \\ \frac{6}{L^2} & \frac{2}{L} & -\frac{6}{L^2} & \frac{4}{L} \end{bmatrix}$$



di mana  $E$ : modulus keanjalan,  $I_z$  : momen sifatekun keratan terhadap paksi  $z$  (satu paksi dalam arah menuju ke satah kertas) dan  $L$  : panjang elemen.